

Adiós a la Mir

Después de quince años de dar vueltas y vueltas a 350 kilómetros de la Tierra, en los primeros días de marzo, la estación espacial rusa Mir termina para siempre su tarea científica –y su vida–. La nave –por la que pasaron más de cien astronautas de varios países y fue una especie de escuela para toda clase de experimentos y observaciones astronómicas– se despide un poco trágicamente: si no fallan los cálculos, las 130 toneladas de la Mir caerán al Océano Pacífico los primeros días del mes que viene. Un suicidio inducido por los problemas económicos de Rusia que impidieron mantenerla activa.

DISCUSIÓN POR LA ELEVADA TASA DE FRACASOS

Los defectos de la clonación

POR XAVIER PUJOL GEBELLI, El País

El uso de técnicas de clonación para fines terapéuticos o para la obtención de un mayor rendimiento en ganadería se acerca a lo que podría ser su primer punto de inflexión. Tras varios años de experiencia, los éxitos obtenidos continúan siendo escasos y abundan los casos de abortos, muertes prematuras y malformaciones en los animales experimentales recién nacidos. No obstante, empiezan a comprenderse las causas de los reiterados fracasos. Según publicaciones científicas recientes, el proceso de reprogramación celular que implica la clonación provoca errores en el control de los mecanismos de transmisión de la información genética. Por ahora, pensar en clonación sitemática de humanos, como ha aventurado algún científico, es, cuando menos, una quimera.

Tras el nacimiento de la oveja Dolly, el primer mamífero clonado a partir de una célula adulta, hace ya cuatro años, las expectativas del uso de las técnicas de clonación de embriones –humanos con fines terapéuticos y de otros mamíferos para obtener mejores rendimientos en las cabañas ganaderas– se dispararon hasta alcanzar cotas delirantes. Pero, como suele suceder en ciencia, los resultados obtenidos en los años que siguieron deshincharon rápidamente el globo mediático que se había formado. La tasa de éxitos, esto es, el número de animales clonados nacidos comparado con el número de intentos realizados, continúa siendo hoy prácticamente tan baja como en los inicios, con el agravante de que muchos de los nacidos vivos fallecen a las pocas horas de nacer o presentan graves malformaciones.

Las causas de ambas cuestiones continúan siendo una incógnita. El nivel de éxito se mantiene entre la gestación de un feto viable por cada 300 a 600 embriones implantados en el útero de un animal que ejerce de madre biológica. Pero no todos los fetos acaban naciendo. Muchos de ellos se traducen todavía en abortos y, de los que nacen, una gran mayoría fallecen debido a problemas cardiocirculatorios, respiratorios o por un alarmante déficit en su sistema inmunitario. De los pocos que finalmente parecen ser viables, en su mayoría presentan el llamado síndrome LOS (acrónimo de la expresión inglesa *Large Offspring Sindrome*) que se caracteriza por la obtención de animales de mayor tamaño en relación con animales no clonados.

POCOS ÉXITOS

"Todavía no comprendemos correctamente los mecanismos de la clonación", declaraba hace poco Lorraine E. Young, investigadora del Instituto Roslin de Edimburgo, donde se gestó el nacimiento de Dolly. Young, sin embargo, aportó recientemente en la revista *Nature Genetics* una explicación razonable de la escasa tasa de éxitos. La clave, señalaba, podría encontrarse en la manipulación de la maquinaria de relojería que pretende transformar una célula adulta en otra embrionaria. En ese proceso se introducirían errores de control del material genético que podrían llevar a malformaciones, cuando no a un desenlace fatal. La palabra clave para resolver la trama sería entonces metilación.

¿Qué tiene ese término que ver con la clonación? Al parecer, según Young y otros expertos, mucho más de lo que se creía en un principio. La metilación de ADN es una compleja reacción bioquímica que juega un papel determinante en la activación o inhibición de un buen número de genes. De su correcto funcionamiento depende que, por ejemplo, durante el desarrollo embrionario de un organismo, éste se desarrolle normalmente y se activen las funciones que determinarán no sólo su forma sino también la formación de órganos y tejidos, además de otras características de la herencia genética transmitida de generación en generación.

Pero este proceso, aunque se manifieste en el desarrollo embrionario, hunde sus raíces en las células germinales. En la clonación se emplean células adultas que se reprograman o embrionarias. En ambos casos, los mecanismos de metilación ya están en marcha y actuarán silenciando o activando la función de genes prácticamente de forma aleatoria.

Experimentos recientes, hechos por Louis Jackson-Grusby y Andrew Feinberg, han puesto de manifiesto que alteraciones de este proceso afectan a factores de transcripción, proteínas implicadas en los mecanismos de reparación del ADN, componentes de señalización celular o enzimas básicas en el citoplasma y el núcleo de las células. Del mismo modo, parecen guardar relación con factores vinculados con el control de la muerte celular (apoptosis) o con la aparición de oncogenes. Según estos resultados, parece lógico que una metilación del ADN no suficientemente natural, como la que se da con las actuales técnicas de clonación, acabe afectando al embrión.

Los experimentos de Young, publicados el pasado noviembre, se centraron en el mayor tamaño de los animales clonados frente a los que no tienen ese origen. Tras diversos análisis con células fetales de ovejas clonadas y normales, advirtieron una menor presencia en las primeras de un receptor específico para una proteína vinculada con el crecimiento. Curiosamente, la presencia de ese receptor, IGF2R (factor de crecimiento de insulina), era entre un 30 y un 60 por ciento inferior en los animales de mayor tamaño.

Las explicaciones de los científicos vienen a decir que los fetos son mayores porque hay efectivamente menor cantidad de IGF2R. De acuerdo con estos argumentos, esa menor presencia inhibe otros factores de crecimiento que se expresan durante el desarrollo embrionario y tienen que ver, de nuevo, con la metilación de ADN. En este caso, el hallazgo de Young daría nuevas razones para creer que la metilación de ADN de embriones manipulados implica un cierto riesgo de disrupciones genéticas o, lo que es lo mismo, de abortos o malformaciones que ocasionen no sólo el síndrome LOS sino también una muerte prematura.

DIAGNÓSTICO

El hallazgo abre posibilidades de desarrollar nuevas técnicas de diagnóstico, especialmente en la fase previa a la implantación del embrión en el útero materno. Young sugiere como posibilidad la puesta a punto de un test genético capaz de detectar eventuales problemas de metilación o, dicho de otro modo, de activación o silenciamiento de determinados genes en el embrión, para evitar la gestación de organismos inviables.

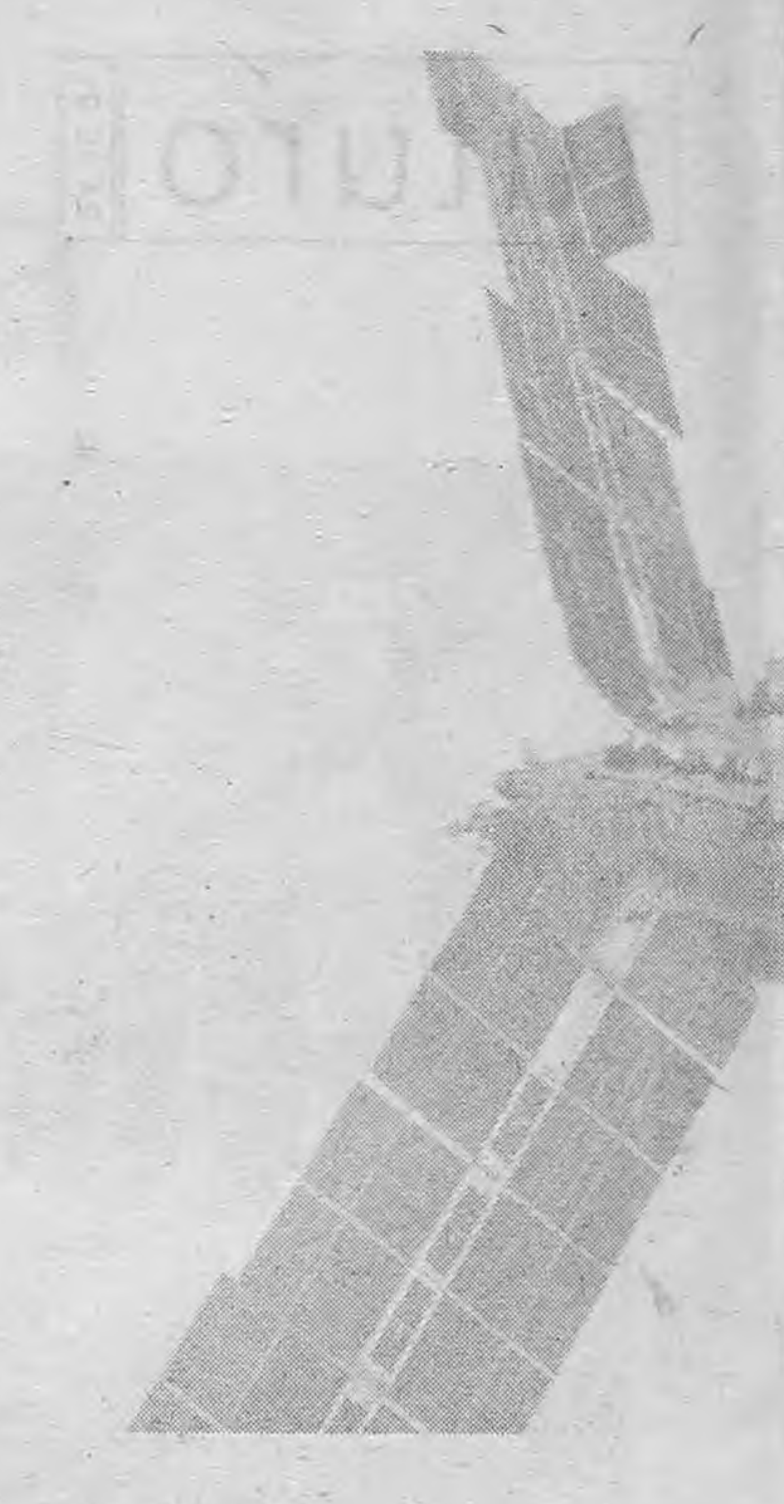
La aplicación de un test similar en reproducción asistida humana sería entonces cuestión de tiempo. La opinión es compartida por Josep Egozcue, catedrático de Biología Celular en la Universidad Autónoma de Barcelona y médico especialista en técnicas de reproducción asistida. Egozcue trabaja en la puesta a punto de una técnica de diagnóstico pre-implantación a partir de células madre obtenidas de un embrión. Su objetivo es lograr un método seguro para efectuar una biopsia del embrión y detectar posibles errores genéticos.

Aunque los métodos sean distintos, el objetivo es el mismo y el trabajo, complementario. Se trata de determinar con la máxima precisión posible cuándo un organismo va a ser o no viable. La combinación de ambos procedimientos, todavía en fases muy preliminares, o de otros similares, podría traducirse en aplicaciones.

COPIAS HUMANAS

El uso de embriones humanos para investigación continúa levantando ampollas. Sin embargo, tomó un giro inesperado el pasado noviembre cuando el gobierno británico amplió esa posibilidad, extendiéndola a la clonación de embriones. Este paso, así como la permisividad que existe ahora mismo en EE.UU., ha sido aplaudido por la comunidad científica internacional, dado su papel clave en la investigación sin trabas de las posibilidades de las células madre como fuentes de órganos y tejidos para trasplante. Esta línea de investigación, todavía preliminar, ha empezado a dar sus primeros frutos. Por ejemplo, según investigadores del Hospital Infantil de Filadelfia, células madre humanas extraídas de médula ósea trasplantadas a fetos de ovejas han logrado sobrevivir más de un año.

Algunos investigadores, como el italiano Severino Antinori y el estadounidense Panos Zavos, han planteado abiertamente la clonación de un ser humano con fines terapéuticos. Esto ha levantado un alud de críticas entre los especialistas, que consideran esa posibilidad poco menos que una quimera. En primer lugar, por las enormes dificultades que entraña el control de los mecanismos de activación genética. Y en segundo lugar, como señala Josep Egozcue, por razones de orden práctico. Para conseguir un feto, con independencia de su viabilidad, se requeriría en el mejor de los casos un centenar de óvulos femeninos, por ahora un recurso muy escaso. Si la pareja infértil quisiera que el óvulo fuera suyo, las técnicas de estimulación actuales permitirían, como mucho, la obtención de tres o cuatro por año. Tras lograrlo, habría que conseguir su viabilidad. Estudios de Jean Paul Renard, del Instituto de Investigaciones Agronómicas francés (INRA), revelan que el 74 por ciento de los animales clonados fallece a poco de nacer o en los últimos meses de gestación. Y de los que sobreviven, buena parte presenta malformaciones.



POR MARIANO RIBAS

Su final ya está muy cerca, pero la vieja fortaleza espacial ya hizo historia. A principios de marzo, y después de unos estiradísimos quince años de vida, la Mir, esa tosca pero muy querible estación orbital rusa, comenzará un descenso suicida que la llevará directamente a estrellarse en el Océano Pacífico. Esta desprolija mole de ciento treinta toneladas, y tan grande como un edificio de diez pisos, fue uno de los éxitos más sensacionales de la carrera espacial, una especie de escuela por la que pasaron más de cien astronautas de varios países del mundo. Pero también, una formidable base científica en la que se realizaron toda clase de experimentos y observaciones astronómicas. Ahora, con los días contados, y cuando todos los reflectores están puestos en la nueva Estación Espacial Internacional, bien vale la pena recordar la epopeya de la Mir, la primera gran base humana en el espacio.

LAS PRIMERAS ESTACIONES ESPACIALES

La Mir (que significa "Paz" en ruso) no fue la primera estación espacial, pero sí fue la más importante, al menos hasta ahora. En realidad, fue la heredera de las Saliut, una serie de bases orbitales rusas, bastante rústicas e incómodas, que se sucedieron una tras otra a partir de 1971. Gracias a las Saliut, que tenían el tamaño de un colectivo, muchos cosmonautas por entonces soviéticos aprendieron a manejarse en el medio espacial, ganando experiencia y entrenamiento. Mientras los astronautas rusos iban y venían de las Saliut durante los 70 y principios de los 80, los norteamericanos prefirieron ocuparse de la exploración planetaria con sondas robot (como las legendarias Viking y las Voyager). Y sólo lanzaron una estación espacial: la Skylab, en 1973. Claro, esto marcó enormes diferencias en cuanto a entrenamiento espacial entre los astronautas rusos y los norteamericanos. Los números lo dicen todo: entre 1971 y 1984 las aventuras rusas involucraron a unos cuarenta astronautas, que sumaron 5 años en órbita. Por su parte, los nueve estadounidenses que pasaron por la Skylab, sólo totalizaron 6 meses en el espacio.

EL ESTRENO DE LA MIR

La dinastía de las Saliut finalizó en 1984 con un éxito bastante resonante: tres astronautas permanecieron 8 meses a bordo de la Saliut 7. Fue una verdadera hazaña, pero a esta altura la agencia espacial rusa ya estaba pensando en otra cosa. La idea era construir una estación mucho más grande, mucho más moderna y mucho más versátil. Y la clave de esta renovación fue un novedoso diseño que permitiría el agregado sucesivo de módulos cilín-



dricos, como si se tratara de un gigantesco rompecabezas. La Mir ya era una promesa. La primera parte de esa promesa era un gran módulo central, el corazón de la Mir, que fue lanzado al espacio el 19 de febrero de 1986. Era un cilindro de 13 metros de largo y 4 de diámetro, más o menos el tamaño de un vagón de subte. Pero la cosa recién comenzaba.

ROMPECABEZAS EN ÓRBITA

El módulo central era un especie de hotel en órbita, porque tenía todo lo necesario para pasarla medianamente bien a bordo. Pero la idea de la agencia espacial rusa no era llevar de vacaciones a sus astronautas a 350 kilómetros por encima de la Tierra, sino entrenarlos y realizar trabajos científicos. Para eso hacía falta acoplar nuevos ambientes. Durante los años siguientes, varias naves Soyuz llevaron astronautas, instrumentos, herramientas, e incluso módulos enteros que se le fueron anexando uno tras otro. El primero fue el Kvant 1, un módulo de investigación astrofísica y biotecnológica que se anexó en la popa del módulo central en 1987. Le siguieron el Kvant 2 (1989); el Kristall (1990); el Spektr (1995); y por último, el Priroda (1996). Así, la Mir creció y creció, sufriendo una metamorfosis continua: primero parecía una letra I, después, una L, y más tarde, una T. Pero no hay ninguna letra que sirva para describir su aspecto final. En realidad, lo más aproximado que se podría decir es que parece un signo + atravesado por un largo eje central.

Como rompecabezas es bastante exagerado, porque la Mir pesa 130 toneladas y mide unos 30 metros de largo.

HOTEL ESPACIAL

Desde sus comienzos, la Mir casi siempre albergó tripulaciones de 3 miembros por vez, con estadías que oscilaron entre unos pocos meses y más de un año (el doctor Valeri Polyakov ostenta el record de mayor permanencia ininterrumpida en el espacio: 14 meses, entre enero de 1994 y marzo de 1995). Pero además, sus módulos se convirtieron en un verdadero hotel internacional: en total, por allí pasaron 135 astronautas de una docena de países, la mayoría rusos, claro, pero también de Estados Unidos, Alemania, Inglaterra, Francia, Siria, Austria y Japón. Y más allá de las tareas científicas, todos ellos seguramente recordarán sus estadías en el modulo central de la estación, con sus paneles de control y comunicaciones, su sala general (que incluye una mesa para comer y trabajar, un banco, una cinta sinfín y una bicicleta fija) y los habitáculos de descanso, del tamaño de una cabina telefónica. Esos dormitorios no eran muy cómodos, por cierto, pero tenían una particularidad: una ventanita. Y muchos de los astronautas que pasaron por la Mir, dicen que el mejor remedio para combatir la melancolía de sus largas y solitarias estadías era mirar por esa ventanita: allí abajo, la impactante vista de la Tierra era para ellos una compañía lejana, pero muy reconfortante.

BUENAS Y MALAS

La Mir fue escenario de una auténtica colaboración espacial entre rusos y estadounidenses. Todo comenzó el 24 de junio de 1995, cuando se produjo el histórico encuentro espacial entre la estación y el trasbordador espacial Atlantis (NASA). Durante cuatro días, los diez astronautas (de las dos nacionalidades) recorrieron los dos aparatos y compartieron tareas, charlas y hasta comidas. Fue el primero de una serie de encuentros en órbita (ocho en total), valiosísimas prácticas que sirvieron como preámbulo para la actual construcción conjunta de la gran Estación Espacial Internacional.

Pero en el camino de la Mir, no todo fueron rosas: hubo momentos realmente difíciles. De hecho, a lo largo de estos quince años, la estación rusa sufrió incontables problemas técnicos, la mayoría de ellos provocados por el desgaste después de tantos años de uso: al fin de cuentas, su vida útil inicial había sido estimada en cinco o seis años, y duró más del doble de eso. El problema más serio ocurrió en junio de 1997, cuando la nave de abastecimiento Progress-24 chocó contra uno de losmódulos de la estación (el Spektr) y le abrió un agujero que produjo una pérdida de aire. Encima, algunos paneles solares y baterías también se dañaron, y entonces el suministro eléctrico se redujo drásticamente. Con menos electricidad, comenzaron a fallar la computadora central, la iluminación, el sistema generador de oxígeno y los equipos de estabilización. La estación parecía estar herida de muerte, y sus tres astronautas (dos rusos y un norteamericano) estuvieron a punto de abandonarla. Pero la salvaron a último momento, gracias a unos repuestos que les fueron enviados –dos semanas más tarde– en otra nave Progress. Una nueva reparación llegó en octubre del mismo año, cuando el trasbordador espacial Atlantis (NASA) se acopló a la Mir: ambas tripulaciones colaboraron para recomponer los sistemas eléctricos y la avería en el módulo Spektr.

EL PRINCIPIO DEL FIN

De todos modos, desde aquel accidente, las cosas fueron de mal en peor para la Mir: los gravísimos problemas económicos que enfrenta Rusia sellaron su suerte definitiva. Tan es así, que en agosto de 1999, la base orbital quedó completamente abandonada por primera vez en diez años. Por entonces, el gobierno ruso y los altos oficiales de la industria espacial comenzaron a anunciar el final de la epopeya de la Mir. Y más allá de los repetidos intentos de una empresa privada holandesa, la MirCorp, no hubo manera de juntar los cientos de millones de dólares anuales necesarios para mantenerla viva. La sentencia oficial llegó a fines del año pasado, cuando el gabinete ruso decidió bajarle el pulgar a la estación, y ordenó sacarla de órbita lo antes posible. Eso es lo que está por ocurrir dentro de unos días.

ANTECEDENTES

La operación de "deorbitar" a la Mir no sólo es bastante complicada, sino también muy peligrosa: son 130 toneladas de chatarra que ingresarán a toda velocidad en la atmósfera terrestre. En realidad, no hay antecedentes de semejante maniobra con un objeto tan grande. Lo más parecido fue el reingreso de la Skylab, de 75 toneladas, en 1979. Y en ese caso, nadie pudo predecir dónde caería. Es más, se creía que la estación norteamericana se desintegraría al entrar en la atmósfera, pero parece que no fue exactamente así, y algunos trozos bastante considerables cayeron sobre zonas desérticas de Australia.

Hubo otro caso que involucró a nuestro país: cuando la Saliut 7 se incendió en la atmósfera y cayó a la Tierra, algunos pequeños fragmentos "llovieron" sobre la Argentina, y fueron observados por mucha gente como espectaculares estrellas fugaces. De todos modos, no es para aterrorizarse, porque el final de la Mir parece estar muy bien calculado.

MANIOBRA COMPLICADA

A fines de enero, la vieja estación espacial recibió su última visita: la nave rusa Progress M1-5, no tripulada, y cargada con 2700 kilos de combustible. Ahora, ambas están acopladas, y lentamente, gracias a los "empujoncitos" que le va dando la Progress (con el encendido controlado de sus cohetes), la Mir está perdiendo altura orbital. Según las estimaciones actuales de la agencia espacial rusa, este camino de descenso, lento y gradual, durará algunos días más. Finalmente, probablemente el 6 de marzo, la pobre Mir iniciará su descenso fatal: se incendiará en la atmósfera y caerá sobre el Océano Pacífico (a unos 2 mil kilómetros al Este de Australia), convertida en una lluvia de ardientes fragmentos metálicos, muchos de ellos de unas cuantas toneladas.

Después de quince años, y cerca de 80 mil vueltas alrededor de la Tierra, la fortaleza rusa está a punto de morir. Pero ya se ha ganado un lugar de lujo en la historia grande de la astronáutica. En el futuro, nuestros descendientes seguramente recordarán su legado: gracias a la Mir, el hombre aprendió a vivir en el espacio. Quién sabe, tal vez, dentro de unos días, y desde una lejana costa australiana, alguien la verá caer al mar. Y entonces, podrá darle un merecido adiós.

NOVEDADES EN CIENCIA

BÚSQUEDA DE FÓSILES CON RADARES

AMERICAN SCIENTIST Buscar restos fósiles es una tarea lenta, delicada y bastante tediosa por momentos. Pero el físico Michael Paesler (Universidad de Carolina del Norte, Estados Unidos) está ensayando un método revolucionario que podría cambiar la historia de las expediciones paleontológicas: en ciertos casos, la búsqueda podría simplificarse con la ayuda del radar. La idea de Paesler es sobrevolar las zonas desérticas con aviones o dirigibles equipados con un "Radar Penetrador del Suelo", una antena que envíe constantemente señales hacia la superficie. De acuerdo con su modelo, ciertos pulsos penetrarían las arenas del desierto, y si se encontraran con huesos fosilizados, chocarían, y rebotarían con un patrón muy específico, que podría delatar su presencia. Paesler y su equipo dicen que su sistema permitiría la localización de piezas fósiles enterradas aun a varios metros de profundidad en las arenas del desierto. Para demostrarlo, están planeando una prueba decisiva: enterrar un fósil simulado debajo de la arena y ver si su radar puede detectarlo desde un dirigible. Los paleontólogos cruzan los dedos y esperan con impaciencia los resultados.

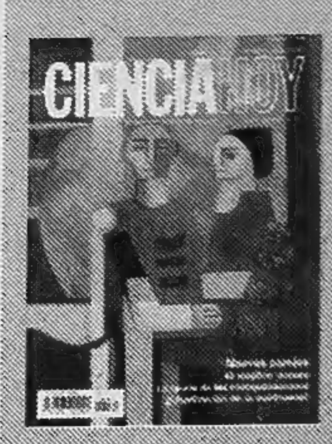
DELFINES: ¿EL SONIDO COMO ARMA DE CAZA?



NewScientist Los simpáticos chillidos de los delfines podrían ser una excelente arma de caza. Al menos, eso es lo que sugieren dos biólogos marinos norteamericanos. A principios de la década del 80, algunos científicos comenzaron a sospechar que los delfines podrían utilizar sonidos muy agudos para atontar a sus presas y así capturarlas más fácilmente. Pero recién ahora, y en forma separada, Ken Marten (de la organización Earthtrust, de Hawai) y Denise Herzing (Universidad Atlántica de Florida) han obtenido evidencias fílmicas y sonoras medianamente confiables. Durante los últimos meses, Marten ha filmado a montones de delfines cazando peces. Según él, algunas de esas grabaciones muestran cómo estos cetáceos recurrían a sus chillidos para atontar a los cardúmenes de anchoas, hasta el punto tal que las pobres nadaban en círculos, o directamente se quedaban quietas. Y así se convertían en fáciles bocados para los astutos delfines. Por su parte, las filmaciones de Herzing en el océano Atlántico revelan otra aparente estrategia de caza. Sus videos muestran delfines nadando en las profundidades y emitiendo sus agudos sonidos, mientras parecen buscar posibles presas en el lecho marino. En algunos casos, y en forma repentina, algunas anguilas enterradas en la arena salían de su escondite y quedaban paralizadas. O en el mejor de los casos, apenas se movían con torpeza, como las anchoas registradas por Marten. Y nuevamente lo mismo: ni lentos ni perezosos, los delfines se lanzaban sobre ellas y se las devoraban. A pesar de estas dos investigaciones, algunos científicos todavía no están convencidos y piensan que los delfines utilizan el sonido para localizar a sus presas, y no para atontarlas.

LIBROS Y PUBLICACIONES

Ciencia Hoy Nº 61
Febrero / Marzo 2001 66 pp.



"Extraordinaria, maravillosa y aberrante." Eso dijeron de la anatomía del Megaterio, cuando su esqueleto salió a la luz en estas pampas a comienzos del siglo XIX. Antes de *El origen de las especies*, el megaterio fue una pieza central en el desarrollo de la anatomía comparada y del debate biológico predarwinista. La historia de los restos del megaterio, que tras ser enviados a Madrid en 1789 dieron comienzo a los estudios paleontológicos en el Río de la plata, la cuentan en *Ciencia Hoy* de febrero y marzo Fernando Ramírez Rozzi e Irina Podogorny.
Megaterios aparte, el centro de este número lo ocupa un estudio que revela el aumento de uniones consensuales en nuestro país. "Nuevas parejas", tal el nombre del artículo de Susana Torrado, que eligen vivir juntas y prescindir del beneplácito del registro civil. Esta tendencia creciente, que se registra en la Argentina desde los años 60, revela profundas modificaciones de la relación entre los sexos, del papel de la mujer y de la conformación de la pareja.
Además, en este número, uno de los fenómenos más enigmáticos de la astronomía moderna: explosiones de rayos gamma, ¿qué son? También: La conferencia de Joule de 1847 "acerca de la materia, la fuerza viva y el calor"; "La teoría de las metapoblaciones"; "El mejillón dorado" y "¿Legalización de la marihuana?". F. M.

AGENDA CIENTIFICA

Observación astronómica en el Planetario
Todos los martes, jueves y domingos de febrero, en la entrada del Planetario de Buenos Aires (Av. Sarmiento y Figueroa Alcorta) desde las 20 a las 22, se podrá disfrutar de la observación astronómica de la Luna, Júpiter, Saturno, Venus, las Pléyades y otros objetos celestes, mediante dos telescopios que el Planetario pone a disposición del público en forma libre y gratuita, asistidos por un astrónomo. También habrá una charla con apoyo audiovisual sobre los confines del universo.
Gestión ambiental
Se encuentra abierta, hasta el comienzo de clases en abril, la inscripción para la Licenciatura en Gestión Ambiental de la Universidad Caece, Perón 2933. Para los interesados, el miércoles 28 a las 19 horas se desarrollará una reunión informativa en la misma sede. Más información: 4345-3600, www.caece.edu.ar
Sociedad y ciberespacio
El *Seminario Abierto Ciudad, Sociedad y Ciberespacio*, organizado por el Grupo Infopolis del Instituto de Investigaciones Gino Germani, de la UBA, comenzará el miércoles 21 de marzo, y se desarrollará los terceros miércoles de cada mes, de 19 a 21, en Uriburu 950, 6º piso. Los organizadores invitan a todos aquellos que deseen presentar investigaciones y/o experiencias en el uso social de las tecnologías de información y comunicación. Informes: alejara@argenguide.com.ar
Becas
La Fundación Aragón ofrece becas para realizar un master en acción social en la Universidad de Washington. Información en el sitio de internet www.aragon.org.ar o por e-mail a la dirección sfa@gwbssw.wustl.edu
En tanto, la Fundación Konrad Adenauer y la Federación Latinoamericana de Asociaciones de Facultades de Comunicación Social convoca a docentes universitarios de la disciplina para concursar por becas de capacitación. Informes: pcarpio@felafacs.org

MENSAJES A FUTURO
futuro@pagina12.com.ar

ARQUEOLOGIA Y ENFERMEDAD

Malaria romana

POR MARTIN DE AMBROSIO

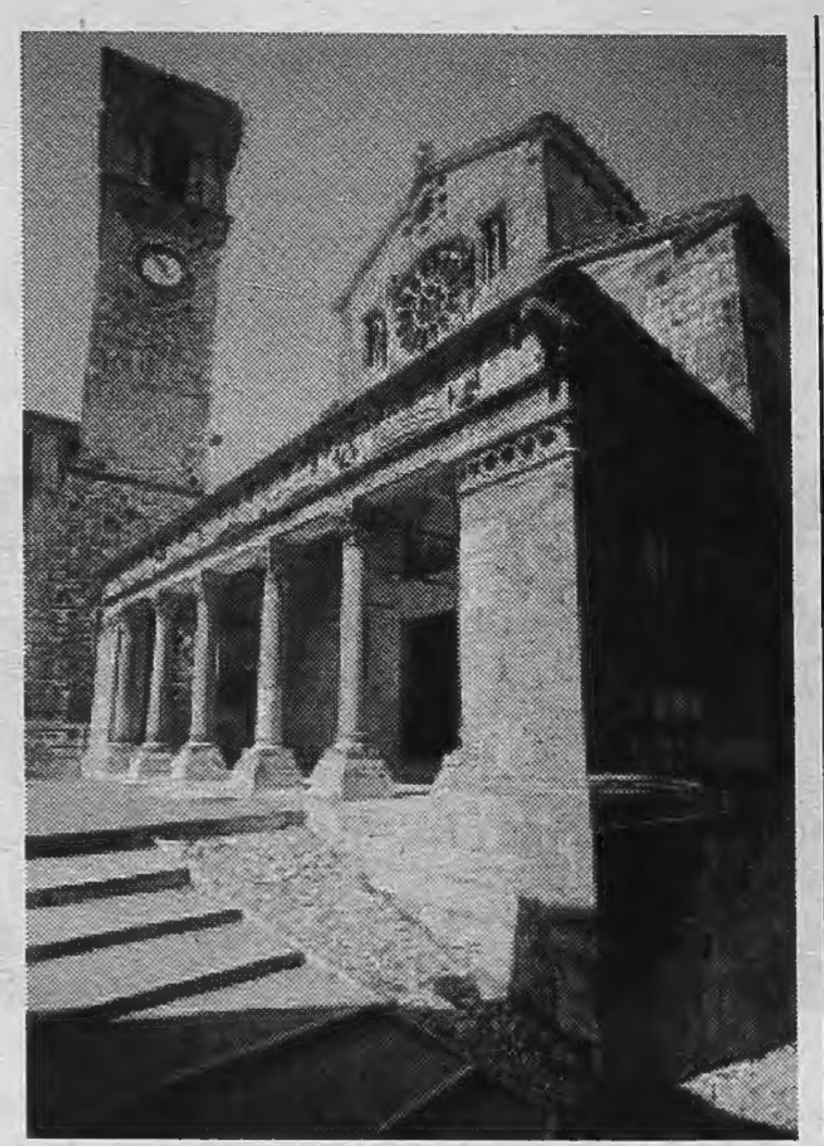
Todavía no está suficientemente comprobado, pero investigadores aseguran que es probable que una de las formas más peligrosas de malaria haya azotado a Roma, hace más de 1500 años. Es más, algunos científicos afirman que la infección generalizada contribuyó a la decadencia del imperio, y tal vez exagerando en sus proyecciones históricas, aseguran que el súbito arrepentimiento de Atila –que a las puertas de la ciudad dio marcha atrás– se debió al temor a las fiebres que mataban sin distinguir romanos de bárbaros.

INDICIOS

Algunos indicios de la enfermedad fueron hallados por los arqueólogos en niños enterrados en un cementerio cercano a Roma. El análisis del ADN demostró un 98 por ciento de equivalencia con las personas infectadas con *Plasmodium falciparum*, que no es un restaurante de comida latina, sino una de las más virulentas de las cuatro especies de malaria que puede adquirir el hombre. Robert Sallares, investigador de Manchester, aseguró que dos extracciones y análisis independientes dieron igual resultado. "Es razonable suponer que la infección con esta clase de malaria fue realmente la causa de la muerte", afirmó. El científico también aseguró que es lógico suponer que si no se tratara de una vigorosa y muy extendida infección no se hubiera hallado nada en los huesos.

EN EL CEMENTERIO

En la excavación, realizada en el cementerio de una villa cercana a Roma (Lugnano) en el comienzo de la década pasada, se encontraron 50 pequeños esqueletos que mostraban claros indicios de muerte por malaria –también los hallazgos indicaron que aún sobrevivían los rituales paganos, a pesar de que oficialmente ya estaba instaurado el cristianismo–. La cuestión es que, a pesar de que continúan las investigaciones, parece que el contagio de malaria proveniente de Africa contribuyó a la *malaria* de un imperio que, al menos en Occidente, vivía sus últimos días. En Oriente, Constantinopla, la polisémica ciudad de Constantino tendría mil años más de Imperio Romano sin Roma.



FACHADA DE LA *COLLEGIATA DI SANTA MARIA ASSUNTA*, DE LA VILLA DE LUGNANO, CERCA DE ROMA. EN EL CEMENTERIO DE LUGNANO SE ENCONTRARON LOS ESQUELETOS CON INDICIOS DE MALARIA.

FINAL DE JUEGO

Donde se comentan algunas cartas de lectores y se propone un enigma sobre los factoriales.

POR LEONARDO MOLEDO

–Bien –dijo el Comisario Inspector Díaz Cornejo –las preguntas que formuló Martín Roubicek tuvieron varias respuestas, y muy interesantes. Por empezar, hay una carta de Gustavo Soprano, que demuestra las conclusiones de Martín Roubicek, y una, más extensa y más técnica de Ariel Arbiser que demuestra una propiedad más general: cada (i+1)-ésimo término es múltiplo del iésimo. (Ejemplos: cada 3er término (3 = 2 + 1) es múltiplo de 2 (o sea cada 3er. término es par), cada 4to término (4 = 3 + 1) es múltiplo de 3)
–Además Ariel Arbiser da una serie de propiedades curiosas de la serie de Fibonacci –dijo Kuhn –que otra vez comentaremos.
–Damos las cartas aparte, aunque la de Ariel Arbiser es larga (damos sólo una parte) y un poco técnica. Mientras tanto, dejamos para los lectores un enigma sencillito. El factorial de un número es el producto de ese número por todos los que lo preceden. El Factorial de 3 (se escribe 3!, y en la calculadora de bolsillo se calcula con la tecla donde figura !) es 3 x 2 x 1 = 6. El Factorial de 4 (4!) es 24 = 4 x 3 x 2 x 1, y así. Los números factoriales crecen increíblemente rápido. El factorial de 30 es un número de 33 cifras, el factorial de 80 es un número de más de cien cifras, que no entra en una calculadora de bolsillo, y el factorial de 100 es un número de más de ciento cincuenta cifras. Ahora la pregunta. ¿Cuáles son las últimas diez cifras del factorial de 100? Ojo que las calculadoras de bolsillo, a partir de un cierto número, que puede ser 30, o 40, dan sólo valores aproximados.
¿Qué piensan nuestros lectores? ¿Cuáles son las últimas diez cifras del factorial de cien? ¿El enigma es fácil o difícil? ¿Por qué tantos juegos con números?

CORREO DE LECTORES

Correo de lectores I
Estimados amigos de Futuro:
Les envío una demostración general que se me acaba de ocurrir, de las propiedades observadas por Martín Roubicek:
Sean a y b dos números consecutivos de la serie de Fibonacci. Los
que le siguen serán:

1º)çb +ça	6º)ç13b +ç8a
2º)ç2b +ça	7º)ç21b +ç13a
3º)ç3b +ç2a	8º)ç34b +ç21a
4º)ç5b +ç3a	9º)ç55b +ç34a
5º)ç8b +ç5a	10º)ç89b +ç55a

...
Se observa que los factores que afectan a a y b van siguiendo también la serie de Fibonacci. También que, si b es par, el 3º en seguirlo también lo será (ya que es la suma de dos números pares), y lo mismo el 6º, el 9º y así cada 3. De la misma forma, si b es múltiplo de 3, el 4º en seguirlo también lo será, y así cada 4. Continuando, si b es múltiplo de 5, también lo serán cada 5 en seguirlo. Si b es múltiplo de 8, también lo serán cada 6 en seguirlo. Si b es múltiplo de 13, también lo serán cada 7 en seguirlo. Si b es múltiplo de 21, y por tanto de 3 y de 7, también lo serán cada 8 en seguirlo. Si b es múltiplo de 34, y por tanto de 2 y de 17, también lo serán cada 9 en seguirlo. Si b es múltiplo de 55, y por tanto de 5 y de 11, también lo serán cada 10 en seguirlo. Cada 11 son múltiplos de 89, cada 12 de 144 (por tanto de 2 y de 3), cada 13 de 233, cada 14 de 377 (por tanto de 13 y de 29), cada 15 de 610 (por tanto de 2, de 5 y de 61), cada 16 de 987 (por tanto de 3, 7 y 47), cada 17 de 1597, cada 18 de 2584 (por tanto de 2 y de 323), cada 19 de 4181 y cada 20 de 6765 (por tanto de 3, 5, 11 y 41).
Con esto confirmo todas las propiedades observadas por Martín Roubicek, que en realidad son parte de toda una infinidad.
Pueden reducir el texto de la presente si resulta demasiado extenso.
Un cordial saludo,

Gutavo A. Soprano
La Plata

Correo de lectores II
Para Leonardo Moledo, con copia a Kuhn y al comisario Díaz Cornejo, y al tocayo de Pisa
Solución al problema de Fibonacci

Respecto de la pregunta del sábado 17/2/2001 referida a los múltiplos en la sucesión de Fibonacci, cumplo en comentar que en realidad lo que vale es lo siguiente:

Si F(0)=1, F(1)=1, F(2)=2, F(3)=3, F(4)=5... es la sucesión de Fibonacci, entonces cada (i+1)-ésimo término es múltiplo de F(i). (Ejemplos: cada 3er. término (3 = 2 + 1) es múltiplo de 2 = F(2) (o sea cada 3er. término es par), cada 4º término (4 = 3 + 1) es múltiplo de 3 = F(3) (es lo que demuestra la respuesta de Leonardo Moledo etc.)

Demostración:
Supongamos que F(k) = r F(i), donde r es un número natural (es decir, partimos de que el k-ésimo término ya es múltiplo del i-ésimo término). Continuando, valdrá (para k >= 1) que:
F(k) = r F(i)
F(k+1) = F(k) + F(k-1) = r F(i) + F(k-1) (sumando ambos valores anteriores) F(k+2) = F(k+1) + F(k) = 2 r F(i) + F(k-1) (idem)
F(k+3) = F(k+2) + F(k+1) = 3 r F(i) + 2 F(k-1) (idem)
F(k+4) = F(k+3) + F(k+2) = 5 r F(i) + 3 F(k-1) (idem)
...
Claramente aparecen como coeficientes de r F(i) los términos nº 1, 2, 3, 4 ... de Fibonacci y como coeficientes de F(k-1) los términos nº 0, 1, 2, 3, ... de dicha sucesión. Luego por inducción vale que F(k + s) = F(s) r F(i) + F(s - 1) F(k-1)
En particular, para s = i+1, F(k + (i+1)) = F(i+1) r F(i) + F(i)
F(k-1) = F(i) (r F(i+1) + F(k-1))
es decir, da un múltiplo de F(i). Esto indica que avanzando i+1 lugares llegamos a otro múltiplo de F(i).

Ariel Arbiser